

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТОЛСТОСТЕННЫХ ВТУЛОК ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ОДНОЦИКЛОВЫМ ДОРНОВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА ANSYS

Ю. Лю, студент гр. 4АМ01

И.А. Лысак, к.т.н., доц.,

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,

тел.(3822)-701-777

E-mail: h-0-h@yandex.ru

Дорнование является одним из наиболее эффективных методов упрочнения и отделки отверстий в полых цилиндрических деталях. Суть заключается в том, что для прохождения через стенку отверстия в цилиндрической детали используется дорн с высокой твердостью материала и несколько большим размером диаметра, при этом обеспечивается отсутствие деформации в обрабатываемой детали. Происходит улучшение структуры материала вокруг отверстия, что ведет к повышению усталостной прочности обработанной детали (предотвращение образования и расширения трещин) [1-3]. Однако, когда дорн проходит через стенку отверстия, в обработанной детали образуются значительные остаточные напряжения. Окружное остаточное напряжение оказывает наиболее выраженное влияние, и его абсолютная величина определяет наиболее важные свойства детали, такие как усталостная прочность, износостойкость, стабильность размеров и т.д. [3] В связи с этим контроль величины окружных остаточных напряжений, возникающих в цилиндрических втулках при дорновании является важной задачей. Экспериментальное исследование остаточных напряжений, возникающих в результате дорнования в деталях типа полых цилиндров является трудоемким и продолжительным процессом, и, как правило, подразумевает разрушение исследуемого образца. Таким образом, исследование напряженно-деформированного состояния толстостенных втулок после обработки одноцикловым дорнованием с использованием компьютерных систем инженерного анализа (CAE) является актуальной задачей.

С целью анализа влияния степени толстостенности (D/d), относительной длины втулки (L/d) и коэффициента натяга (a) на величину окружных остаточных напряжений (σ_θ) в полых цилиндрах после одноциклового дорнования создана математическая модель (рис. 1).

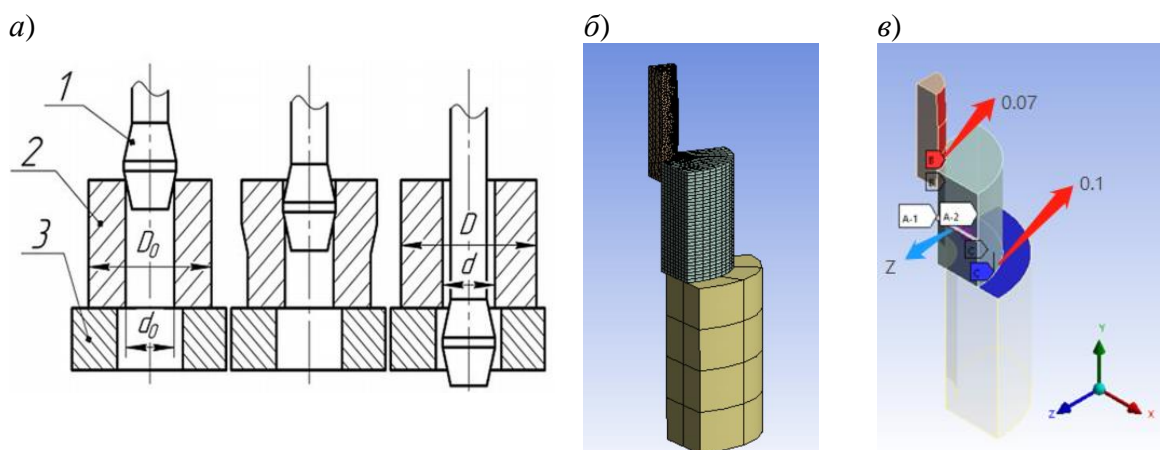


Рис. 1. Схема математической модели:

1 – дорн; 2 – втулка; 3 – опор; d_0 – внутренний диаметр втулки; D_0 – наружный диаметр втулки; d – внутренний диаметр втулки после дорнования; D – наружный диаметр втулки после дорнования

Для расчетной области втулки использовалась структурированная сетка с количеством элементов $n=7644$ (рис. 1б).

В соответствии с фактическими условиями обработки деталь имеет два фрикционных контакта во время обработки: Первый - это фрикционный контакт между нижней поверхностью втулки и верхней поверхностью основания. Второй - это фрикционный контакт между наружной поверхностью дорна и стенкой отверстия втулки. Учитывая гладкость поверхности детали, в первом случае установили коэффициент трения 0,1. Коэффициент трения во втором случае установлен равным 0,07 (рис. 1в).

Поставленная задача решалась в CAE ANSYS с использованием модуля Static Structural. Результаты расчетов регистрировались вдоль контрольных направлений, которые параллельны оси Z, а полученные значения являются окружными напряжениями во втулках (рис. 1в).

Результаты расчетов окружных напряжений (σ_θ) во втулке, полученные для степени толстостенности ($D/d=3$), удельной длине ($L/d=2$) и коэффициенте натяга ($a=3.4$), а также результаты их экспериментального исследования согласно методикам Г. Закса и Н.Н. Давиденкова [4] представлены на рис. 2.

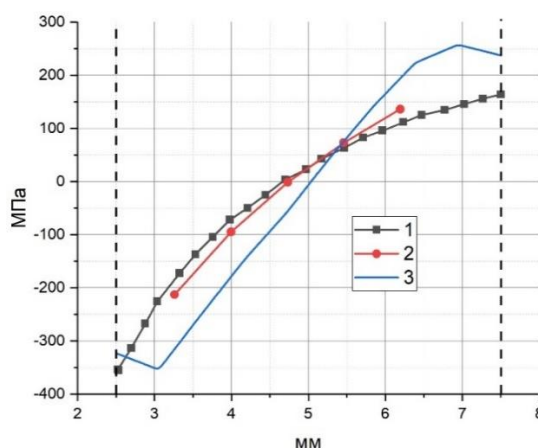


Рис. 2. Окружные напряжения:

- 1 - определенные по методике Н.Н. Давиденкова;
2 - определенные по методике Г. Закса; 3 - рассчитанные с использованием ANSYS

Таким образом, сравнивая значения окружных напряжений, можно увидеть, что результаты, рассчитанные ANSYS, очень близки к результатам, полученным в ходе реальных экспериментов, что подтверждает корректность использования средств и методов численного эксперимента.

Список литературы:

1. Монченко, В. П. Эффективная технология производства полых цилиндров / В. П. Монченко. – М.: Машиностроение, 1980. – 248 с.
2. Розенберг, А. М. Механика пластического деформирования в процессах резания и деформирующего протягивания / А. М. Розенберг, О. А. Розенберг. – Киев: Наукова думка. 1990. – 320 с.
3. Скворцов, В. Ф. Остаточные напряжения при дорновании отверстий малого диаметра в полых толстостенных цилиндрах с большими натягами / В. Ф. Скворцов, И. С. Охотин, А. Ю. Арляпов // Известия Томского политехнического ун-та. – 2010. – Т. 316. – № 2. – С. 24-27.
4. Скворцов, В. Ф. Применение метода Н. Н. Давиденкова для оценки окружных остаточных напряжений в обработанных дорнованием полых цилиндрах / В. Ф. Скворцов, А. Ю. Арляпов, А. О. Бознак, И. И. Оголь // Системы. Методы. Технологии. – 2016. – № 4. – С. 65-70.